

LIGHT CONTROLLING DEVICE

Patent Number: JP3256028
Publication date: 1991-11-14
Inventor(s): MIYAGAWA TOSHIYA
Applicant(s): NEC CORP
Requested Patent: ☒ JP3256028
Application Number: JP19900055438 19900306
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/313; G02B6/12
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To miniaturize and to obtain a high extinction ratio by composing the device of (n) directional couplers formed of (n+1) optical waveguides formed on a substrate having electrooptic effect, a reflecting film formed on one end of each directional coupler, and control electrodes which are formed nearby the respective directional couplers.

CONSTITUTION:The optical control device consists of at least (n+1) (n: integer) optical waveguides 11 - 13 which are formed on the substrate 10 with the electrooptic effect, the reflecting films 16 and 17 which are formed one-end sides of the directional couplers 14 and 15, and the control electrodes 19 and 20 which are formed nearby the directional couplers 14 and 15. Thus, the optical waveguides 11 - 13 are folded back by the reflecting films 16 and 17 to reduce the directional coupler length to a half as long as before, and (n) curve waveguide parts for input to and output from the directional couplers are formed. Consequently, plural stages of directional couplers can be connected without increasing the device length and a small-sized optical gate device which has the high extinction rate is obtained.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

平3-256028

⑫ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)11月14日

G 02 F 1/313
G 02 B 6/12

J 7246-2K
7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 光制御デバイス

⑮ 特 願 平2-55438

⑯ 出 願 平2(1990)3月6日

⑰ 発 明 者 宮 川 俊 哉 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称

光制御デバイス

特許請求の範囲

電気光学効果を有する基板上に形成された少なくとも $n+1$ 本 (n は整数) の光導波路により構成された少なくとも n 個の方向性結合器と、前記各方向性結合器の片端にそれぞれ形成された反射膜と、前記各方向性結合器近傍にそれぞれ形成された制御用電極とよりなることを特徴とする光制御デバイス。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光路の切り替え、光の空間をおこなう光制御デバイス、特に導波型光制御デバイスに関する。

(従来の技術)

光通信システムの実用化が進むにつれ、さらに大容量や多機能を持つ高度のシステムが求められており、より高速な光信号の発生や光伝送路の切り替え、交換などの新たな機能の付加が必要とされている。光信号の制御には高速、小型で集積化が可能、高効率な導波型光スイッチの開発が進められている。特に方向性結合型光スイッチは、構成が容易なため広く用いられている。

以下 Ti 拡散 $LiNbO_3$ 、光導波路を用いた方向性結合型光スイッチを例にとって従来例を説明する。

第3図はこの光スイッチを示す斜視図である。 $LiNbO_3$ 、基板31上に Ti をストライプ状に拡散することにより屈折率を基板より増加させ単一モード光導波路32、33を形成する。光導波路32及び33は中央部で互いに数 μm 程度まで近接し方向性結合器34を形成している。また方向性結合器を形成する光導波路上には電極による光吸収を防ぐためのバッファ層35を介して制御電極36が形成されている。

第3図において制御電極36に電圧を印加しない場合、光導波路32に入射した入射光37は方向性結合器34の部分を伝播するにしたがって近接した光導波路33へ徐々に光エネルギーが移り、方向性結合器34を通過後は光導波路に33にはほぼ100%エネルギーが移って出射光38となる。一方、制御電極36に電圧を印加した場合、電気光学効果により電極下の光導波路の屈折率が変わり、光導波路32と33を伝播する導波モードの間に位相速度の不整合が生じて両者の結合状態は変化し、ある一方の電圧 V_{π} において出射光はすべて光導波路32から出るようになる。

以上説明した方向性結合器型光スイッチでは、その消光比は光導波路の作製時のTi膜厚、光導波路幅、光導波路間のギャップ、伝播条件などの精度により決まり、通常-15~-20dB程度までは得られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

導波型光制御デバイスを光信号の通信・遮断を行う光ゲートとして用いる場合、従来の方向性結

合器型光スイッチではその作製精度のため消光比が-15~-20dB程度しかとれないためクロストーク特性がシステムの要求を満たせない場合がある。

またより低いクロストーク特性を得るため方向性結合器を2段カスケードに接続することにより消光比を1段の場合の2倍とれるようにしたデバイスも考えられる。しかしこの場合、デバイス長が方向性結合器1段の場合の2倍となりデバイスサイズが大きくなってしまふという欠点がある。また基板の大きさにより方向性結合器のカスケード接続段数が制限されてしまふ。

本発明の目的は上述の従来の光制御デバイスの欠点を除き、より小型で高消光比の光制御デバイスを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の光制御デバイスは、電気光学効果をもつ基板上に形成された少なくとも $n+1$ 本(n は整数)の光導波路により構成された少なくとも n 個の方向性結合器と、前記各方向性結合器の片端

にそれぞれ形成された反射膜と、各方向性結合器近傍にそれぞれ形成された制御用電極とよりなることを特徴とする構成である。

〔作用〕

光導波路を反射膜により折り返すことにより、方向性結合器長が従来の半分になり、さらに方向性結合器への入出力のための曲がり導波路部分が n 重化されるために、従来例よりもデバイス長が短く、しかも消光比のより高い光ゲートが得られる。

〔実施例〕

次に本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明の第一の実施例を示す斜視図である。z-cut LiNbO₃基板10上にストライプ状のTiを900~1100℃で数時間拡散することにより幅3~10 μ m程度の光導波路11、12、13を形成する。光導波路11、12及び光導波路12、13はそれぞれ互いに数 μ m程度まで近接し方向性結合器14、15を形

成している。方向性結合器を形成する光導波路間の光の移動が100%となる長さを完全結合長 l 。とすると、本実施例の方向性結合器14、15の長さは $l/2$ となるよう設定されている。方向性結合器14及び15の片端は光学端面に研磨され、金属膜あるいは絶縁体膜による反射膜16、17が形成されている。また、方向性結合器14、15を形成する光導波路上にはバッファ層18を介して制御用電極19、20が形成され、これらの制御信号端子は電気的に接続され同時に電圧を印加できるようにされている。

第1図において制御用電極19、20に電圧を印加しない場合、光導波路11に入射した入射光1は方向性結合器14の部分を電播するに従い近接した光導波路12に徐々に光エネルギーが移り、距離 $l/2$ 電播して反射膜16に達したときは50%のエネルギーが移動されており、光導波路11と12の光強度は等しく位相が互いに反転した状態になっている。反射膜16で折り返したのち、光エネルギーは光導波路11からさら

に光導波路12に移り、距離 $1/2$ 戻った時点では100%光導波路12に移動する。これは反射膜16で折り返される以外は通常の方向性結合器の動作となんら変わりはない。方向性結合器15の部分でも光導波路12から光導波路13への光エネルギーの移動が行われ、最終的には光導波路13から出射光2が得られる。

一方、制御用電極19、20に電圧を印加した場合、電気光学効果により電極下の光導波路の屈折率が変わり、方向性結合器を形成する光導波路の導波モード間に位相速度の不整合が生じて両者の結合状態は変化し、ある一定の電圧 V_{π} において方向性結合器14、15で光の移動は起こらなくなり、出射光は光導波路13から出射されなくなる。

本実施例では電圧印加により光の通過を遮断した場合、光導波路13から出射するクロストーク光は方向性結合器14、15の2段を通過することになるため通常の方向性結合器1段の場合に比べ消光比が2倍に改善され、-40dB以上

の消光比を持つ光制御デバイスが容易に得られる。しかも方向性結合器を完全結合長の $1/2$ で折り返す構造であり、さらに方向性結合器を形成するために光導波路の間隔を近接させる曲がり部分の長さも $1/2$ となるため、方向性結合器を二重化しているにもかかわらず逆にデバイス長は短縮化されている。

第2図は本発明の第2の実施例を示す平面図である。

z-Cut LiNbO₃基板21上にTi拡散により $n+1$ 本の光導波路22を形成する。それぞれ隔合う光導波路はそれぞれ互いに数 μm まで近接し n 個の方向性結合器24を形成している。方向性結合器24の長さは完全結合長 l の $1/2$ となるよう設定されている。方向性結合器24の片端は光字端面に研磨され金属膜あるいは誘電体膜による反射膜26が形成されている。また方向性結合器24を形成する光導波路上にはバッファ層を介して制御用電極29が形成され、これらの制御信号端子は電気的に接続され同時に電

圧を印加できるようにされている。

第2図において制御用電極29に電圧を印加しない場合、光導波路22に入射した入射光1は方向性結合器24の部分で光導波路間の光エネルギーの移動が n 回行われ、最終的には出射光2が得られる。

制御用電極29に電圧を印加した場合、ある一定の電圧 V_{π} において方向性結合器24で光導波路間の光の移動は起こらなくなり出射光は出射されなくなる。このように電圧印加により光の通過を遮断した場合、光導波路22から出射するクロストーク光は方向性結合器 n 段を通過することになるため通常の方向性結合器1段の場合に比べ消光比が n 倍に改善され、非常に高い消光比を持つ光制御デバイスが容易に得られる。しかもデバイス長は通常の方向性結合器1段の場合に比べ短縮化されている。

以上Ti拡散しLiNbO₃、光導波路を用いた光スイッチを例にとって説明したが、プロトン交換しLiNbO₃、光導波路や半導体光導波路、その他

の光導波路を用いた場合も同様の効果を得られることは明らかである。

(発明の効果)

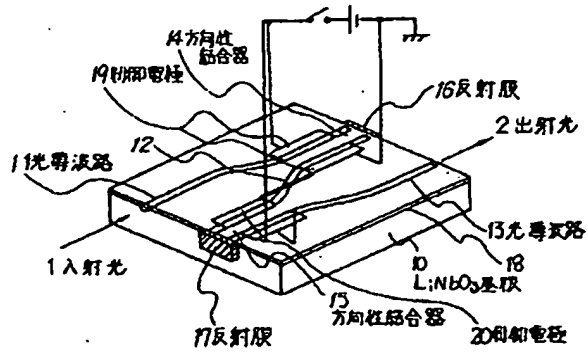
以上説明したように本発明によればデバイス長の増加無しに方向性結合器を多段に接続することが可能であり、より小型で消光比の高い光ゲート素子を得ることができる。

図面の簡単な説明

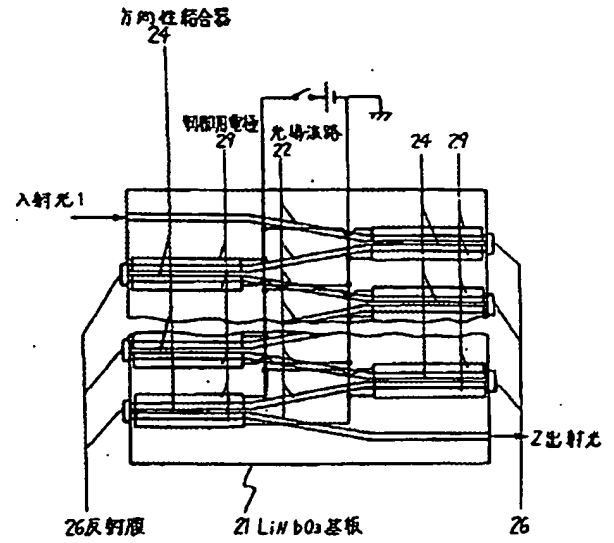
第1図は本発明の第1の実施例を示す斜視図である。第2図は本発明の第2の実施例を示す平面図である。第3図は従来例を示す斜視図である。

1、37…入射光、2、38…出射光、10、21、31…LiNbO₃基板、11、12、13、22、32、33…光導波路、14、15、24、34…方向性結合器、16、17、26…反射膜、18、35…バッファ層、19、20、29、36…制御用電極。

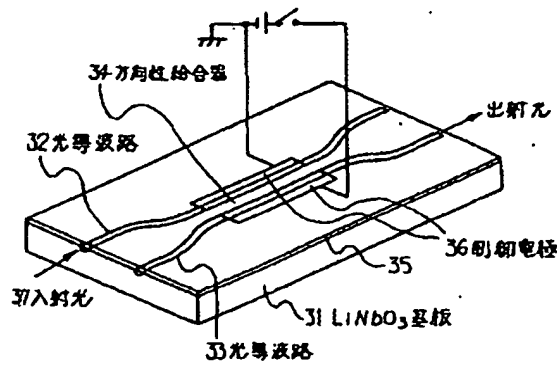
代理人 弁理士 内 原 啓



第 1 図



第 2 図



第 3 図